



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift
⑯ ⑯ DE 199 24 167 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
H 04 N 9/09
H 04 N 9/31
H 04 N 15/00
G 02 B 27/18

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 199 24 167.8
⑯ ⑯ Anmeldetag: 26. 5. 1999
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 7. 12. 2000

⑯ Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Jorke, Helmut, Dipl.-Ing., 89547 Gerstetten, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

DE	197 44 484 A1
GB	22 82 928 A
US	58 34 122 A
US	55 37 476 A
EP	05 86 139 A2
WO	98 49 837 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Farbbildern mit gesteigerter Wiedergabetreue
⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Farbbildaufzeichnung und Farbbildwiedergabe mit einer gegenüber bestehenden Verfahren gesteigerten Farbwiedergabetreue. Bei dem Verfahren werden parallel zwei Bilder aufgezeichnet, die den kürzer- und den längerwelligen Teil der einzelnen Grundfarbspektralbereiche getrennt erfassen. Bei der Bildwiedergabe werden sechs Primärvalenzen erzeugt, die jeweils die Bildinformation des kürzer- und des längerwelligen Teils jedes einzelnen Grundfarbspektralbereichs beinhalten. In einer abgewandelten Form gestattet das Verfahren eine vollfarbige stereoskopische Bildwiedergabe, indem die drei Primärvalenzen des jeweils kürzerwelligen Teils das eine stereoskopische Halbbild und die drei Primärvalenzen des jeweils längerwelligen Teils das andere stereoskopische Halbbild codieren.

DE 199 24 167 A 1

DE 199 24 167 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Farbbaufzeichnung und Farbbildwiedergabe mit einer gegenüber bestehenden Verfahren gesteigerten Farbwiedergabetreue. In einer abgewandelten Form gestattet das Verfahren eine vollfarbige stereoskopische Bildwiedergabe.

In bestehenden Verfahren zur Bildaufzeichnung in vollfarbiger Form wird die Farbinformation durch eine getrennte Aufnahme jener Spektralbereiche erfaßt, die den Grundfarben Rot, Grün und Blau entsprechen. Bei der nachfolgenden Bildwiedergabe werden die Grundfarben-Teilbilder wieder zu einem Vollfarbenbild zusammengefügt.

Dieses Grundprinzip visuelle Inhalte in Farbe zu reproduzieren, findet sowohl bei den fotochemischen Verfahren wie auch bei den elektronischen Verfahren mit lichtelektrischen Wandlern Anwendung.

Die Lage und Breite der genannten Spektralbereiche ist weitgehend vorgegeben durch die spektrale Empfindlichkeit der Farbrezeptoren im menschlichen Auge. Typische Werte sowohl seitens der Bildaufzeichnung wie seitens der Bildwiedergabe liegen bei Wellenlängen von

Spektralbereich Blau:

430–480 nm

Spektralbereich Grün:

500–550 nm

Spektralbereich Rot:

600–650 nm

Jedem dieser Spektralbereiche kann über seine Farbordinate in der Normfarbtafel nach DIN 6164 (Mütze et al., ABC der Optik, Verlag Dausien, Hanau, 1972) ein Punkt zugeordnet werden. Die Gesamtheit aller der auf diese Weise definierten Grundfarben – die Primärvalezen – bildet ein Dreieck in der Normfarbtafel, wie in Fig. 1 gezeigt (durchgezogene Linie). Durch eine additive Farbmischung der Grundfarben kann jede Farbe innerhalb dieses Dreiecks dargestellt werden. Farben außerhalb des Dreiecks lassen sich nicht darstellen. Insbesondere sind spektralreine Farben mit ihrer charakteristisch hohen Farbsättigung – sie liegen auf der berandenden Kurve, dem Spektralfarbenzug – nicht darstellbar.

Eine Möglichkeit der Vergrößerung des darstellbaren Farbraums besteht in der Wahl von Primärvalezen bei der Bildwiedergabe mit engeren Spektralbereichen. Im Extremfall sind die Primärvalezen schließlich spektralrein und liegen auf dem Spektralfarbenzug, wie in Fig. 1 gezeigt (gestrichelte Linie). Allerdings ist der Preis für die so erzielte Vergrößerung des Farbraums, beispielsweise in Projektionsystemen, die breitbandig emittierende Temperaturstrahler als Projektionslampen verwenden, ein erheblicher Verlust an Bildhelligkeit. Er fällt um so größer aus, je schmalbandiger die Grundfarben sind, weil aus dem gesamten Emissionspektrum nur entsprechend schmale Emissionsbereiche genutzt werden.

Verwendet man hingegen spektralreine Lichtquellen, wie beispielsweise Laser, so tritt dieser Nachteil nicht auf. Jedoch werden solche Systeme sehr aufwendig. Außerdem führt eine ledigliche Vergrößerung des Farbraums nicht zugleich zu einer gesteigerten Farbwiedergabetreue. Vielmehr muß dem vergrößerten Farbraum wiedergabeseitig auch auf Aufnahmeseite Rechnung getragen werden. Andernfalls kann es zu Farbverfälschungen kommen, die über geeignete Farbtransformationen zu korrigieren sind. Letztere führen aber schließlich wieder zu einer Reduzierung der Größe des Farbraums.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein

Bildaufzeichnungs- und Bildwiedergabeverfahren anzugeben, das es erlaubt, einen vergrößerten Farbraum nicht nur darzustellen, sondern auch zu reproduzieren, indem auf Aufnahmeseite dem wiedergabeseitig vergrößerten Farbraum Rechnung getragen wird, bei dem außerdem keine erhebliche Einbuße an Bildhelligkeit stattfindet, bei dem das emittierte Licht der Projektionslampe in effizienter Weise genutzt wird und bei dem schließlich auf aufwendige spektralreine Lichtquellen verzichtet werden kann.

Es zeigt sich, daß eine Abwandlung des Verfahrens zur Erzeugung und Wiedergabe dreidimensionaler Bilder genutzt werden kann. Das Verfahren bietet dadurch den Vorteil, daß mit wenigen Handgriffen von einem Modus "Bildaufzeichnung und -wiedergabe mit gesteigerter Farbwiedergabetreue" zu einem Modus "Dreidimensionale Bildaufzeichnung und -wiedergabe" und umgekehrt gewechselt werden kann.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand zweier Ausführungsbeispiele beschrieben unter Bezugnahme auf schematische Zeichnungen.

Fig. 2 zeigt ein Bildaufzeichnungssystem bestehend aus einer Kamera K1 und einer Kamera K2 mit einem vorgesetzten Strahlteiler ST1 der als eine Baugruppe aus den Spiegeln S1, S2, S3 und einem dichroitischen Spiegel D1 mit einem Transmissions- und Reflexionsverhalten wie Fig. 3 zeigt, besteht. Das von einem Aufnahmeeobjekt auf D1 fallende Licht wird spektral zerlegt in zwei Teillichtbündel. Das über die Spiegel S2 und S3 in die Kamera 1 gelangende Teillichtbündel besteht spektral aus drei Anteilen B1, G1, R1 die beispielsweise die Wellenlängenbereiche

B1:

435–455 nm

G1:

510–530 nm

R1:

600–620 nm

abdecken.

Das über den Spiegel S1 in die Kamera 2 gelangende Teillichtbündel setzt sich aus dem zu Lichtbündel 1 komplementären Spektrum zusammen.

Fig. 4 zeigt ein Bildwiedergabesystem bestehend aus einer Projektionslampe PL mit einem Temperaturstrahler der ein breitbandiges Spektrum emittiert, einem Strahlteiler ST2 mit prinzipiell gleichem Aufbau wie ST1, zwei Farbbildmodulatoren FM1 und FM2 die beispielsweise auf Basis der Lichtventiltechnik arbeiten, einem Strahlvereiniger SV mit prinzipiell gleichem Aufbau wie ST1, einem Projektionsobjektiv Ob und einem Bildschirm S. Der innere Aufbau von Farbbildmodulatoren ist dem Stand der Technik zu entnehmen (G. Derra et al., "UHP-Lampen: Lichtquellen extrem hoher Leuchtdichte für das Projektionsfernsehen", Phys. Blätter 54 (1998), Nr. 9). Der Strahlvereiniger SV führt die Teillichtbündel nach ihrer Modulation in FM1 und FM2 wieder zusammen. Dabei enthält FM1 die Bildinformation aus Kamera 1 und FM2 die Bildinformation aus Kamera 2. Der im Strahlvereiniger enthaltene dichroitische Spiegel D2 weist ein Transmissions- und Reflexionsverhalten wie in Fig. 5 gezeigt, auf. Durch dieses Transmissions- und Reflexionsverhalten wird erreicht, daß das aus dem Strahlvereiniger austretende Lichtbündel spektral aus sechs Bereichen besteht. Neben den Spektralbereichen B1, G1, R1 finden sich in seinem Spektrum die Anteile B2, G2, R2, die beispielsweise die Wellenlängenbereiche

B2:

460–480 nm

G2:
535–555 nm
R2:
625–645 nm

abdecken.

Das geschilderte Bildaufzeichnungs- und Bildwiedergabeverfahren benutzt statt drei – wie in bestehenden Verfahren üblich – sechs Primärvalezen, die den Spektralbereichen B1, B2, G1, G2, R1, R2 entsprechen. Dadurch ist ein vergrößerter Farbraum darstellbar, wie in Fig. 6 gezeigt. Durch eine spektrale Aufteilung bereits bei der Bildaufzeichnung wird erreicht, daß ein vergrößerter Farbraum mit dem beschriebenen Verfahren nicht nur darstellbar sondern auch weitgehend reproduzierbar ist. Zur Verdeutlichung dieses Sachverhalts sei angenommen, es falle spektralreines Licht mit $\lambda = 450$ nm in das Bildaufzeichnungssystem wie in Fig. 2 gezeigt. Aufgrund der Strahlteilung in ST1 wird nur der blaue Spektralbereich der Kamera 1 angesprochen. Entsprechend öffnet nur das Lichtventil für den Spektralbereich Blau im Farbmodulator FM1 des Bildwiedergabesystems gemäß Fig. 4. Nach der Strahlvereinigung in SV findet sich im Spektrum nur die Primärvalezen B1 und erzeugt auf dem Bildschirm einen nahezu gesättigten Farbeindruck der Farbe Blau. Bei den bestehenden Verfahren mit einer Primärvalezen Blau im Wellenlängenbereich

430–480 nm

wäre die reproduzierte Farbsättigung und damit die Farbwiedergabebreite deutlich geringer.

In einer abgewandelten Form wird auf den Strahlteilervorsatz ST1 als Baugruppe verzichtet. Kamera 1 und Kamera 2 zeichnen dann ein stereoskopisches Bildpaar auf. Bei der Bildwiedergabe nach Fig. 4 ist die Bildinformation des von Kamera 1 aufgenommenen linken Halbbildes in den Primärvalezen B1, G1, R1 enthalten. Die Bildinformation des rechten Halbbildes ist in den Primärvalezen B2, G2, R2 enthalten. Mit Hilfe einer zusätzlichen Brille B auf Betrachterseite, die Interferenzfilter IF1 und IF2 mit einem Transmissionsverhalten wie in den Fig. 7a (IF1) und b (IF2) gezeigt, enthält, wird erreicht, daß das linke Auge des Betrachters nur das linke Halbbild und das rechte Auge nur das rechte Halbbild empfängt. Dadurch entsteht beim Betrachter der Eindruck eines Raumbildes.

Zwischen der Betriebsart der Bildaufzeichnung mit gesteigerter Farbwiedergabebreite – wie im Ausführungsbeispiel 1 beschrieben – und der Betriebsart der Raumbildaufzeichnung – wie im Ausführungsbeispiel 2 beschrieben – kann in einfacher Weise durch Abnehmen oder Anbringen des Strahlteilers als einer geschlossenen Baugruppe hin und her gewechselt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht im Herauskippen der Spiegel S1 und S2 aus dem Strahlengang.

1. Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe von Farbbildern, bei dem
 - bei der Bildaufzeichnung von einem Aufnahmeeobjekt zwei Farbbilder parallel aufgezeichnet werden.
 - bei der Bildwiedergabe ein Projektionsverfahren verwendet wird
 - Licht aus der Projektionslampe über einen ersten dichroitischen Spiegel mit Dreifachbandpaß-Charakteristik geteilt wird. Seine drei Durchlaßbereiche B1, G1, R1 liegen innerhalb der Wellenlängenbereiche für eine dominante Erregung der

Blau-, Grün- und Rotrezeptoren im menschlichen Auge.

– das durchgelassene Teillichtbündel durch einen Farbbildmodulator gelenkt wird, der die Bildinformation aus dem einen aufgezeichneten Farbbild enthält.

– das gespiegelte Teillichtbündel durch einen Farbbildmodulator gelenkt wird, der die Bildinformation aus dem anderen aufgezeichneten Farbbild enthält.

– die beiden Teillichtbündel nach ihrer Modulation über einen zweiten dichroitischen Spiegel mit Dreifachbandpaß-Charakteristik wieder zu einem Lichtbündel vereinigt werden

– der zweite dichroitische Spiegel drei Durchlaßbereiche B2, G2, R2 aufweist, die innerhalb der Wellenlängenbereiche für eine dominante Erregung der Blau-, Grün- und Rotrezeptoren im menschlichen Auge liegen und außerhalb der Durchlaßbereiche B1, G1, R1 des ersten dichroitischen Spiegels liegen.

– Die Strahlvereinigung in der Weise erfolgt, daß das am ersten dichroitischen Spiegel durchgelassene Teillichtbündel am zweiten dichroitischen Spiegel gespiegelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die beiden Farbbilder in einer Weise aufgezeichnet werden, bei der Licht vom Aufnahmeeobjekt zunächst über einen dichroitischen Spiegel mit drei Durchlaßbereichen B1, G1, R1 geteilt wird. Das durchgelassenen Teillichtbündel dient der Aufzeichnung des einen Farbbildes. Das gespiegelte Teillichtbündel dient der Aufzeichnung des anderen Farbbildes.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die beiden Farbbilder von einer Stereokamera aufgezeichnet werden und der dichroitische Spiegel mit den Durchlaßbereichen B1, G1, R1 in einem Strahlteiler integriert ist, der als geschlossene Baugruppe den beiden Objektiven der Stereokamera vorgeschaltet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die beiden Farbbilder von einer Stereokamera aufgezeichnet werden und, bei der Bildwiedergabe, der Betrachter eine Brille trägt, die vor das eine Auge einen Interferenzfilter mit den Durchlaßbereichen B1, G1, R1 und vor das andere Auge einen Interferenzfilter mit den Durchlaßbereichen B2, G2, R2 hält, derart, daß das linke Auge ausschließlich das mit dem linken Kameraobjektiv aufgezeichnete Farbbild und das rechte Auge ausschließlich das mit dem rechten Kameraobjektiv aufgezeichnete Farbbild empfängt.

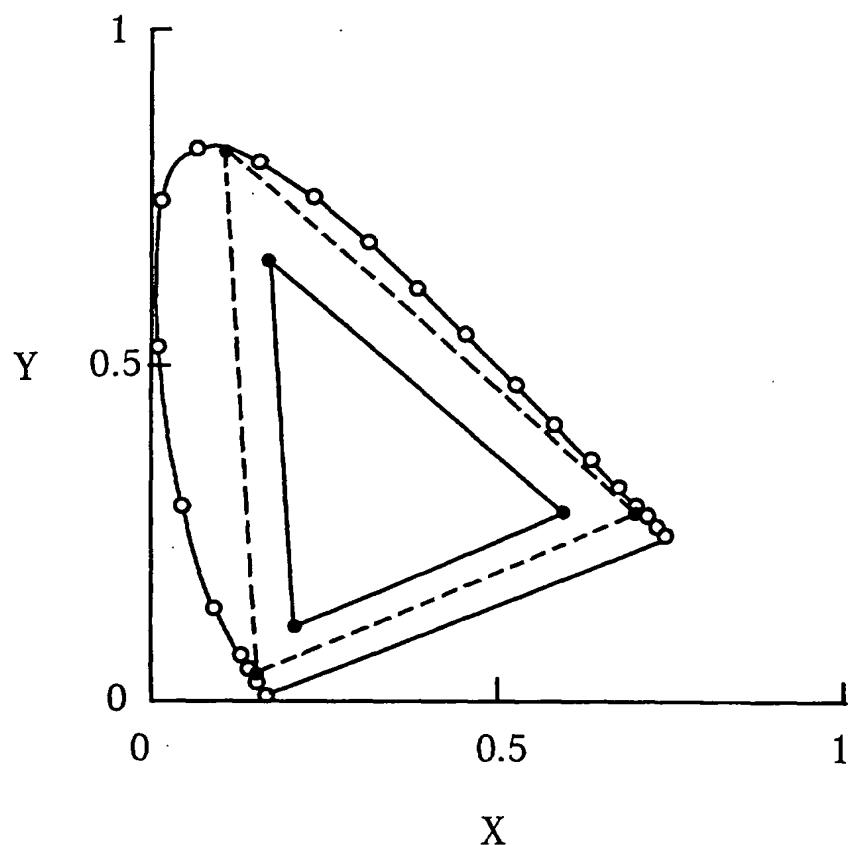


Fig. 1

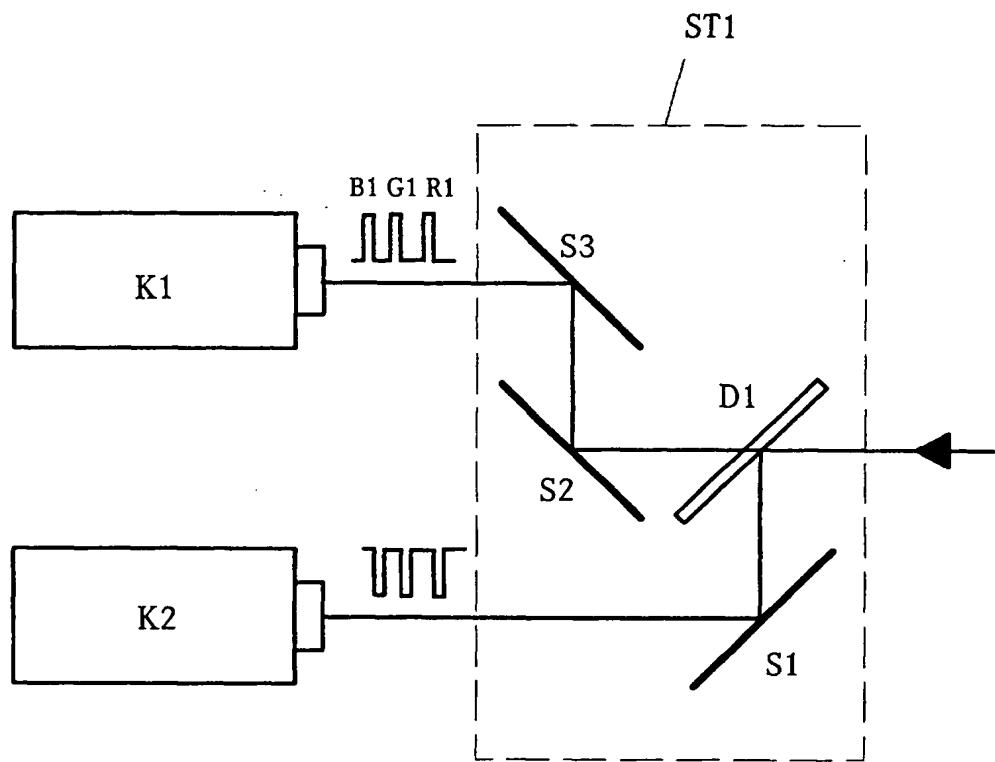


Fig. 2

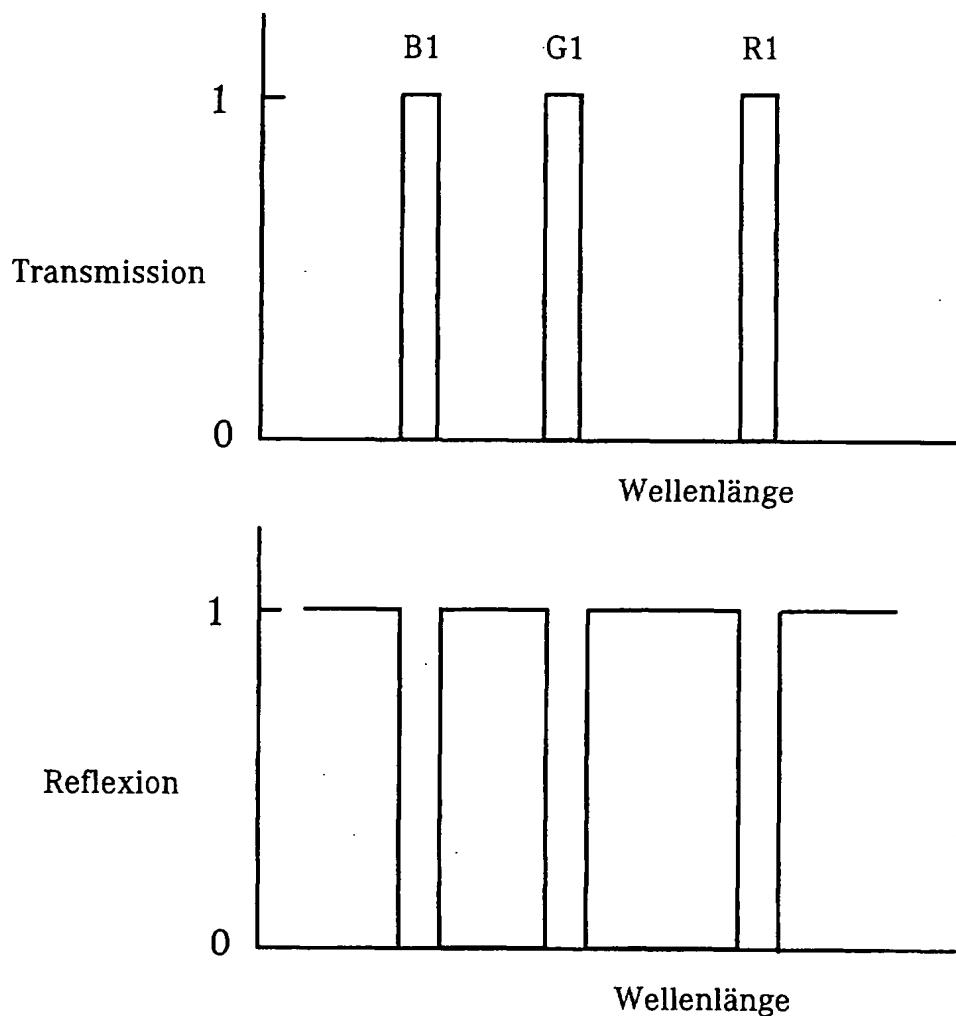


Fig. 3

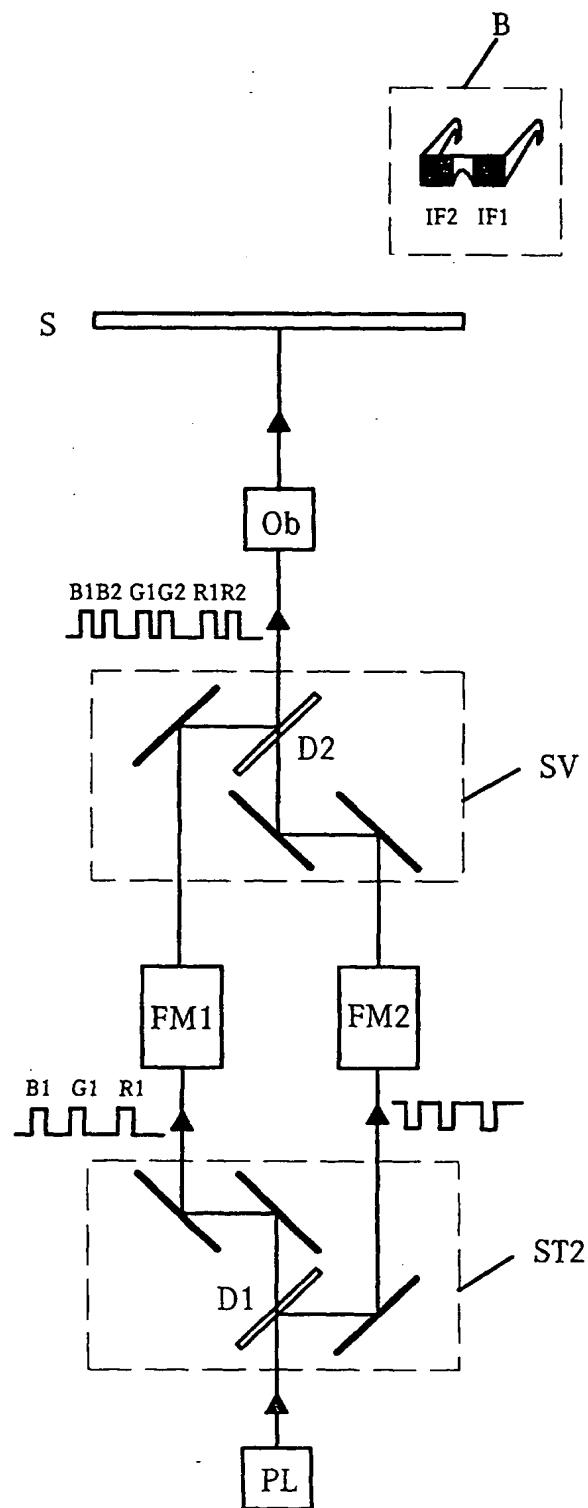


Fig. 4

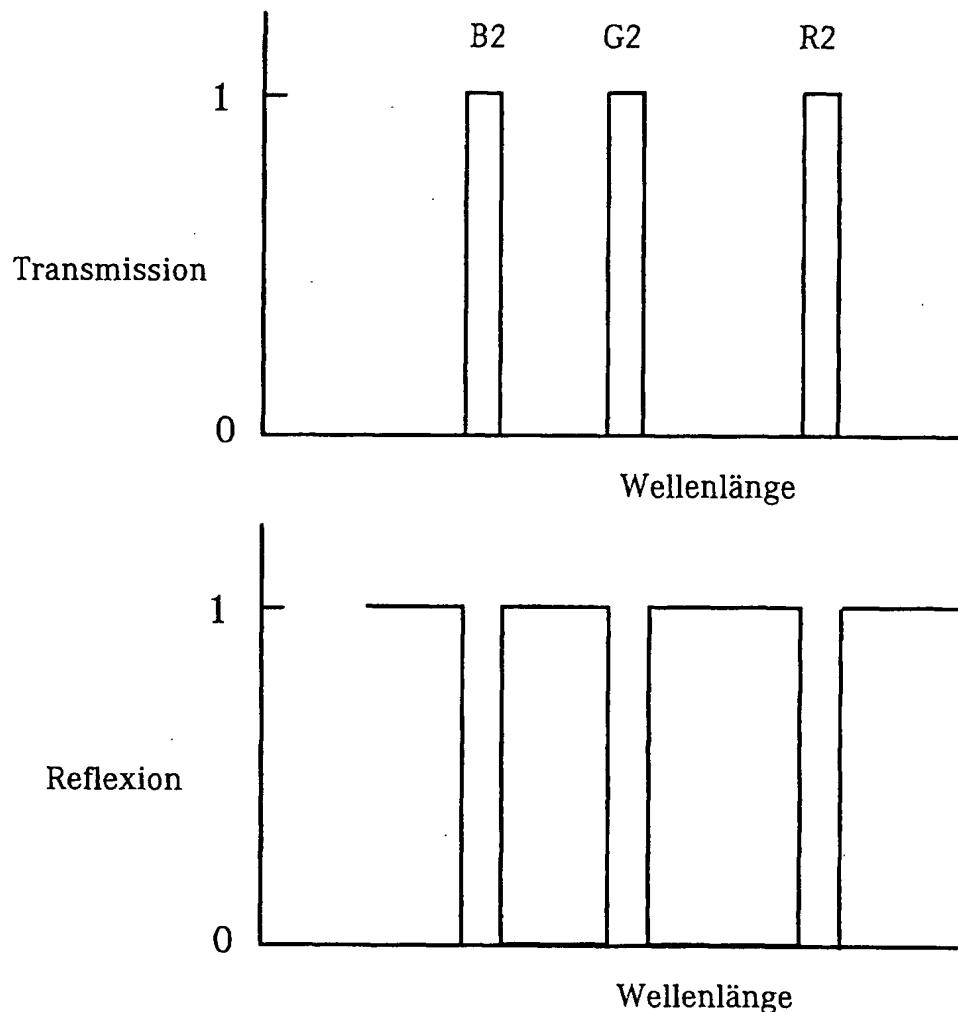


Fig. 5

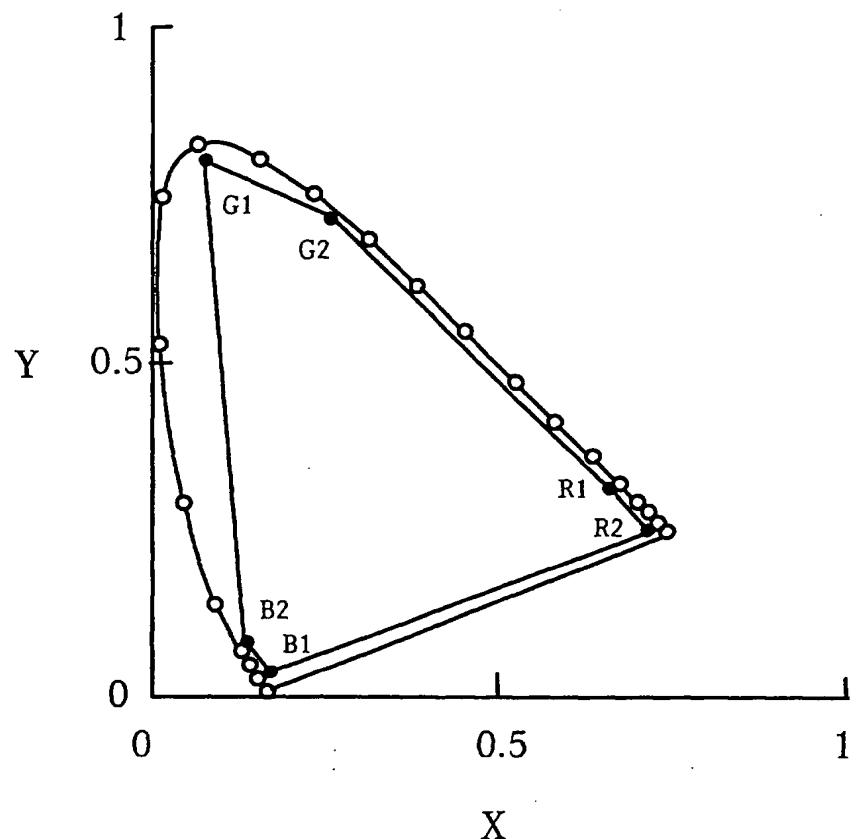


Fig. 6

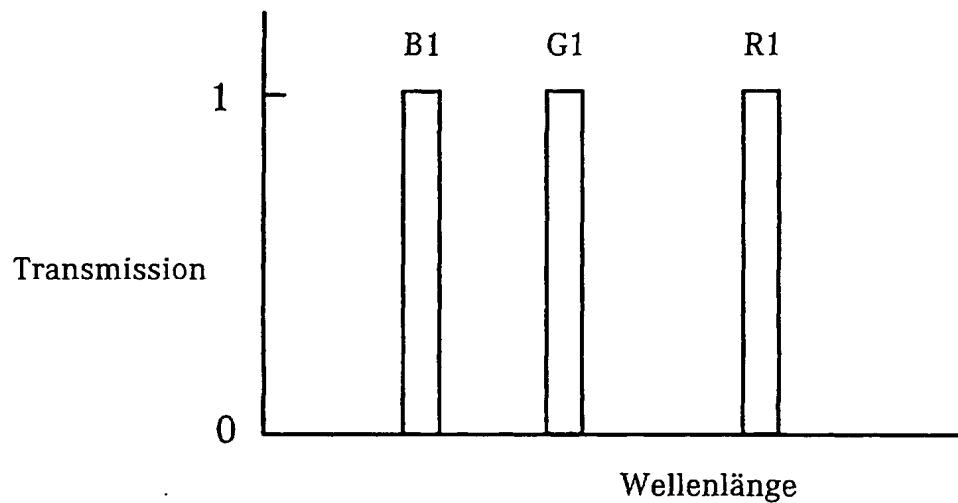


Fig. 7 a

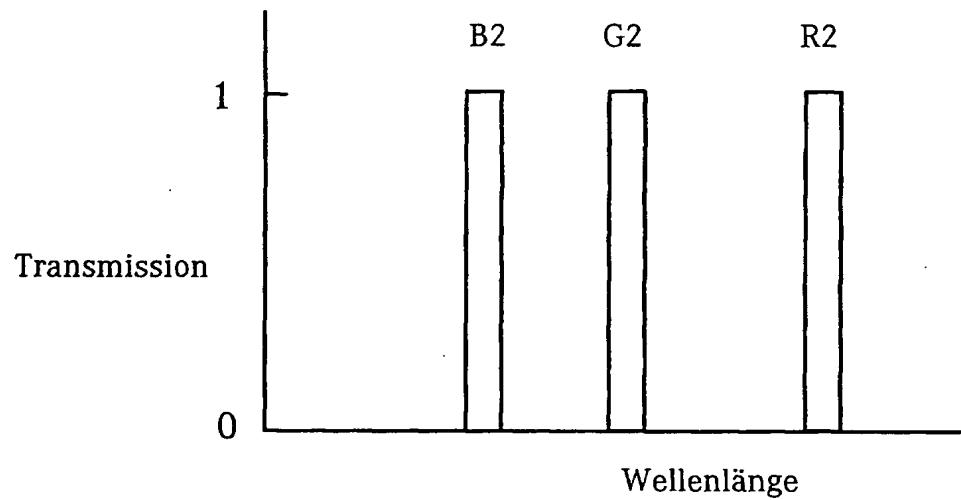


Fig. 7 b